

Műtrágyahatások vizsgálata rozs monokultúrában

¹LÁSZTITY BORIVÓJ, ²SZEMES IMRE és ³RADICS LÁSZLÓ

¹ MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest,

² MTA Mezőgazdasági Kutató Intézete, Martonvásár, és

³ Kertészeti Egyetem Mezőgazdasági Termelési Tanszék, Budapest

Bevezetés

A gyenge termőképességű homoktalajokon a legáltalánosabban termesztett szántóföldi növény a rozs (ANTAL et al., 1966). Elterjedtségét a kedvező fajspecifikus tulajdonságainak köszönheti. Többek között a homokverést viszonylag jól tűri, gyökereinek nagy a tápelemfeltáró képessége, vízigénye zömében tavasszal jelentkezik, amikor van még a téli tartalékból. Termesztési tapasztalatok alapján a leginkább fér meg önmagával (BAUER, 1975). Gyors fejlődésével a gyomok kevésbé tudnak lépést tartani, elnyomja őket, ugyanakkor a betegségekkel és a kártevőkkel szemben kevésbé érzékeny (LÁNG, 1976).

A hazai és a külföldi trágyázási kísérletekben elsősorban a nitrogén és a foszfor tápelemek hatása bizonyult szignifikánsnak (BAUER, 1967; CSERNI, 1983; EGERSEGI, 1975; LÁNG, 1973; SEVCSENKO & SZIDORENKO, 1972; SZEMES, 1986).

Mivel a forgóban önmagát jól tűri, monokultúrában termesztik és több tartamkísérletben mint jelzőnövény szerepel (BALLÁNÉ, 1964; LÁNG, 1973; SCHMALFUSS, 1957).

Munkánkban, amely részben a 2533 sz. OTKA támogatásával készült, gyengén humuszos, karbonátos homoktalajon végzett 30 éves tartamkísérlet segítségével a rozstermés, a talajtulajdonságok, a gyomflóra és a növénytáplálás közti összefüggéseket mutatjuk be.

Anyag és módszer

A szabadföldi kísérletet Láng István állította be az MTA TAKI Őrbottyáni Kísérleti Telepén 1959 őszén (LÁNG, 1973). Két éven át vakkísérletként kezelte, a tényleges kísérletezési időszak 1961-ben kezdődött. A harminc év folyamán, két gazdasági év kivételével sikerült értékelhető termést betakarítani. 1963. és 1970. évben jégverés miatt nem volt értelme az értékelésnek. A kísérlet talaja gyengén humuszos karbonátos homok típusba sorolható (STEFANO-

VITS, 1966). A beállításkori humusztartalom átlagosan 0,6-1,0 % között, a pH- H_2O 7,5-7,8, a $CaCO_3$ 3-7 %, AL-oldható P_2O_5 4-6 mg/100 g, AL- K_2O 5-8 mg/100 g talaj nagyságú volt a szántott rétegben. A kísérlet talajának vízgazdálkodási tulajdonságai kedvezőtlenek (VÁRALLYAY, 1984).

Mechanikai összetételében a durva homokfrakció az uralkodó. A kolloid részecskék mennyisége 3-4 % körül mozog. A rozs terméshozamát erősen befolyásoló május-júniusi csapadékösszeg a 30 éves időszakban átlagosan 122 mm-t tett ki. A területen az arid jelleg a dominál.

A kísérlet tíz kezeléssel öt ismétléssel latin téglá elrendezéssel 35 m²-es parcellákon került beállításra.

A kezelésekből (1. táblázat) beállításkor 50 és 100 kg/ha nitrogén, 54 kg P_2O_5 és 80 kg/ha K_2O adagok kombinációit alkalmazták. Az 1967. évet követően a K és PK alapon is vizsgálták a nitrogén trágyázás hatását. 1986. évtől kezdve egységes nitrogén adagolás mellett a foszfor és kálium adagok 2-2 szintjét építették be a kezelésekből.

A műtrágyázást 25 %-os, majd 27 %-os pétisóval, 17 %-os szuperfoszfáttal és 40 %-os kálisóval végezték. A szuperfoszfát és kálisó ősszel került kiszórásra és leszántásra. A nitrogént a kezeléseknél megfelelően alap- és fejtrágyaként, 1986-tól egységesen fele-fele részben megosztva adagolták.

A kísérletben az üzemekben szokásos gépi vetést és parcellánkénti betakarítást végezték. A betakarítás a kezdeti időszakban 1965-ig kézzel, ezt követően parcella-kombájnnal folyt egyidejű kéve (4 fm föld feletti rész) vételével a szem és szalma meghatározása céljából.

A talajmintavétel parcellánként 20-20 pontminta egyesítésével (átlagminta képzéssel) történt. A talajvizsgálatokat a Talajvizsgálati Módszertan (BALLENEGGER & DI GLÉRIA, 1962) útmutatása szerint végeztük. A gyomfelvételezésben ÚJVÁROSI (1973) módszerét alkalmaztuk. A biometria kiértékelés variancia- és regresszió analízissel (SVÁB, 1981) történt.

Eredmények és megvitatásuk

Talajvizsgálatok

A kísérlet harmincadik évében (1991) ősszel a legfontosabb talajjellemzőket meghatároztuk. Az adatokat a 2. táblázat mutatja be.

A talajfizikai paraméterek közül a leiszapolható részben az egyes kezelések között igazolható különbség nincs.

A humusztartalomban a trágyázatlanhoz képest a kezelt parcellákban enyhe csökkenő tendencia vehető ki, azonban ez statisztikailag nem bizonyítható. A mésztartalom változatos képet mutat, azonban a kezeléseknél sem mutatható ki szignifikáns különbség. Mind a vizes, mind a KCl-os pH kismértékű csökkenést mutat a kontrollhoz viszonyítva, azonban statisztikailag nem igazolható.

I. táblázat
A kezelésekben alkalmazott műtrágya hatóanyagadagok

(1) Keze- lés	(2) 1.-6. években			(5) 7.-25. években			(6) 26.-30. években			(7) 30 év alatt adott, kg/ha		
	N		P ₂ O ₅	N		P ₂ O ₅	N		P ₂ O ₅	K ₂ O		K ₂ O
	(3) ősz	(4) tav.		(3) ősz	(4) tav.		(3) ősz	(4) tav.		N	P ₂ O ₅	
1.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	-	-	54	-	-	54	60	60	60	600	1650	2300
3.	50	-	-	100	-	-	60	60	60	2800	300	1520
4.	-	50	-	-	50	-	60	60	120	1750	600	1520
5.	50	50	-	50	50	-	60	60	-	3100	-	1020
6.	-	100	-	-	100	-	60	60	-	3100	-	2120
7.	50	-	54	100	-	54	60	60	60	2800	1650	2300
8.	-	50	54	-	50	54	60	60	60	1750	1650	2600
9.	50	50	54	50	50	54	60	60	120	3100	1950	2300
10.	-	100	54	-	100	54	60	60	120	3100	1950	2600

2. táblázat
A kumulatív NPK-műtrágyázás hatása néhány talajtulajdonságra tartamkísérletben
(Órbottyán, 1961-1991)
Mintavétel: 1991 ősz

(1)	(2)	(3)	(4)			(5)				(6)				
			AL-oldható, mg/100 g			EDTA-oldható, mg/kg								
Keze- lés	<0,02 mm %	Hu- musz %	CaCO ₃ %	pH H ₂ O	pH KCl	P ₂ O ₅	K ₂ O	Fe	Mn	Cu	Zn	KCl- old- ható Mg mg/kg	NH ₄ mg/kg	NO ₃ mg/kg
1.	12,28	1,05	2,20	7,62	6,85	8,8	8,1	67,6	122,9	2,2	2,4	98	1,9	4,9
2.	12,76	1,02	1,90	7,34	6,66	11,0	8,4	65,8	116,3	2,1	2,8	88	1,2	9,1
3.	13,24	0,85	2,55	7,47	6,86	10,3	7,2	56,8	100,8	2,1	1,6	90	1,7	10,8
4.	13,16	1,08	1,85	7,47	6,88	11,0	7,5	60,2	104,5	2,1	2,3	107	1,3	11,0
5.	12,68	0,96	2,62	7,56	6,96	9,2	11,0	43,3	88,0	2,0	1,9	98	1,2	10,9
6.	12,84	0,74	3,18	7,60	6,93	5,8	15,6	53,8	109,3	2,1	2,7	79	1,0	10,0
7.	13,84	0,73	2,38	7,47	6,78	11,0	10,8	61,4	107,2	2,1	1,9	87	1,1	9,4
8.	13,04	0,96	1,06	7,37	6,77	15,7	15,4	66,2	113,3	2,2	2,1	96	1,4	10,6
9.	12,64	0,70	2,01	7,22	6,59	17,8	9,7	71,7	116,5	2,2	1,8	95	1,2	11,1
10.	13,25	0,89	1,68	7,31	6,66	19,2	14,7	66,0	109,9	2,2	2,4	103	1,2	10,7
a)														
SzD _{5%}	1,35 NS	0,36 NS	2,27 NS	0,69 NS	0,92 NS	5,5	4,1	26,1 NS	31,8 NS	0,25 NS	1,02 NS	39 NS	1,0 NS	2,4
b)														
Átlag	12,97	0,90	2,14	7,44	6,79	12,8	10,9	61,3	108,9	2,1	2,2	94	1,3	9,8

NS = F-érték szerint nem szignifikáns

A tápelemtartalmak (2. táblázat) már határozottan mutatják a műtrágyázás hatását. Az AL-oldható foszfor-, kálium-, valamint a nitráttartalmak a kontrollhoz viszonyítva szignifikánsan növekedtek a N-, P- és K-kezelésekben. Az eredetileg gyenge ellátottság a műtrágyázás hatására elérte a kielégítő, sőt a nagyobb adagú kezelésekben a jó foszfor- illetve káli-ellátottsági szintet. A Mg-, Fe-, Mn-, Zn- és Cu-tartalomban a kezelések között mutatkozó eltérések nem olyan mértékűek, hogy statisztikailag is bizonyíthatók lennének.

A nitráttartalmak tükrözték a nitrogéntrágyázás hatását, a mért nitrát mennyiségek a nitrogénnel trágyázott parcellákon szignifikáns növekedést mutattak a kontrollhoz viszonyítva. A talaj ammónium-tartalma viszont nem jelezte a nitrogén-trágyázás hatását.

Terméseredmények

Szemtermés

A kezdeti, 1967-ig tartó időszak szemterméseit kezelésenként a 3. táblázat tartalmazza. Ezalatt a kontroll szemtermése igen alacsony volt, 0,55 és 0,66 t/ha között mozgott. A PK trágyázás enyhe növekedést mutatott a trágyázatlanhoz viszonyítva, azonban a növekedés csak 1966-ban bizonyult szignifikánsnak. A különböző nitrogénadagok hatását összevetve különbség közöttük csak 1961. és 1965. években mutatható ki, viszont a kontrollhoz és a PK kezeléshez képest az évek többségében a N-hatás szignifikáns. PK trágyázás mellett a két nitrogén-adag hatása közötti különbség már kimutatható és egy év kivételével statisztikailag is igazolható. A nitrogéntrágya kijuttatásának idejét vizsgálva egységes tendencia nem tapasztalható, szignifikáns eltérés csupán két évben mutatható ki az őszi, a tavaszi és a megosztott között. A legnagyobb szemtermést a PK-val együtt adott nagyobb adagú tavaszi és a megosztott N-kiszórás adta. A PK trágyázás mellett végzett nitrogén-műtrágyázás egy év kivételével szignifikánsan jobbnak bizonyult az önmagában alkalmazott azonos adagú nitrogén trágyázásnál.

1967 őszen az addigi tapasztalatok alapján a N-kezeléseket külön-külön K- és PK alaptrágyázás mellett megismételték (1. táblázat). Ebben az ötéves ciklusban a kontroll szemtermése kicsi, a PK-műtrágyázás is csupán az egyik évben biztosított igazolhatóan nagyobb szemtermést, mint a trágyázatlan. A nitrogénműtrágyázás általában szignifikánsan növelte a szemtermést. A nagyobb N-adag K-műtrágyázás mellett tendenciájában, PK műtrágyázással együtt viszont szignifikánsan nagyobb termést biztosított, mint a kisebb N-adag. A nitrogén-adagolás időpontját vizsgálva nem lehet egyértelmű következtetéseket levonni. A foszforhatás valamennyi N kombinációban következetesen szignifikáns és pozitív volt az NK-hoz viszonyítva.

A következő tízéves időszak (1973-1982) szemtermése (4. táblázat) nagyobb évi ingadozásokat jelzett. A kontroll továbbra is igen alacsony, 0,25-1,11

3. táblázat
A műtrágyázás hatása a rozs szem- és szalmatermésére (t/ha)
(LÁNG (1973) adatai)

(1) Kez.	1961	1962	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1971	1972
<i>A. Szemtermés, t/ha</i>										
1.	0,61	0,56	0,56	0,55	0,61	0,64	0,50	0,56	0,80	0,87
2.	0,61	0,61	0,62	0,64	0,68	0,73	0,65	0,72	1,11	1,17
3.	1,35	0,63	0,90	0,68	0,70	0,93	1,11	0,81	0,92	1,80
4.	1,15	0,78	0,95	1,81	1,07	1,20	0,86	0,85	1,52	1,50
5.	1,73	0,77	0,87	1,61	0,88	1,25	0,82	0,80	1,32	1,31
6.	1,45	0,94	0,92	2,33	0,89	1,25	0,73	0,84	1,86	1,52
7.	1,43	0,70	1,06	0,76	0,66	1,12	1,45	1,14	1,54	2,53
8.	1,21	1,11	1,15	2,06	1,46	1,57	1,23	1,29	2,28	2,17
9.	2,09	1,06	1,35	2,33	1,70	1,88	1,47	1,43	2,20	2,17
10.	1,61	1,47	1,29	2,95	1,65	2,11	1,45	1,56	2,44	2,52
a) SzD _{5%}	0,23	0,23	0,60	0,23	0,05	0,24	0,22	0,27	0,35	0,24
<i>B. Szalmatermés, t/ha</i>										
1.	1,60	1,03	1,70	1,60	1,42	1,63	2,81	1,41	1,74	1,22
2.	1,71	1,39	2,29	1,69	1,52	2,13	2,16	2,58	2,77	1,72
3.	3,05	1,60	3,35	1,93	1,78	2,41	3,00	1,72	1,90	2,67
4.	2,47	2,46	3,13	4,36	2,66	2,68	3,05	2,28	2,81	2,04
5.	3,66	2,19	3,39	4,08	2,25	2,92	2,78	1,72	2,51	1,80
6.	3,55	2,42	3,78	5,37	2,15	2,61	2,89	2,06	3,16	2,21
7.	3,48	1,98	3,97	2,11	1,60	3,04	3,43	2,73	3,08	3,83
8.	2,86	2,98	4,19	5,32	3,47	4,14	2,96	3,06	5,13	2,97
9.	4,46	3,43	5,05	5,69	4,28	4,92	3,30	3,15	5,00	3,20
10.	3,52	3,79	4,76	7,16	4,53	4,79	3,19	3,14	5,46	3,46
a) SzD _{5%}	0,58	0,49	1,08	0,57	0,55	0,65	0,94	1,00	0,87	0,48

t/ha határok között váltakozott. A PK kezelés is csupán három évben haladta meg szignifikánsan a kontroll termését. A nitrogén műtrágyázás K-trágyázással csak néha, a PK trágyázással viszont folyamatosan többletermést biztosított. A nagyobb nitrogénadagok PK-trágyázás mellett az évek többségében szignifikánsan nagyobb termést eredményeztek.

A nitrogén kiszórás idejét illetően ez időszakban nem tapasztaltunk egyértelmű eltéréseket.

4. táblázat
A műtrágyázás hatása a rozs szem- és szalmatermésére (t/ha)
(SZEMES (1986) adatai)

(1)										
Kez.	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
<i>A. Szemtermés, t/ha</i>										
1.	0,93	0,72	0,25	0,63	0,55	0,65	0,53	1,11	0,49	0,86
2.	1,08	0,66	0,26	0,78	0,61	0,70	0,52	2,70	1,84	1,44
3.	1,69	0,49	0,19	0,62	0,58	0,74	0,39	2,49	1,70	1,46
4.	1,40	0,46	0,38	0,42	0,63	0,65	0,42	2,53	1,79	1,45
5.	1,38	0,53	0,24	0,41	0,59	0,60	0,36	1,53	1,00	0,73
6.	1,50	0,59	0,48	0,41	0,53	0,65	0,37	1,60	0,99	1,73
7.	2,03	0,96	0,40	1,24	0,86	1,85	1,03	3,02	1,90	1,68
8.	1,72	1,09	0,70	1,10	1,00	1,49	0,83	2,94	1,91	1,54
9.	1,87	1,17	1,19	1,09	1,16	1,85	0,94	3,14	1,97	1,64
10.	2,09	1,30	1,26	1,09	1,35	1,67	0,86	2,91	1,90	1,60
a)										
SzD _{5%}	0,33	0,24	0,28	0,21	0,22	0,23	0,29	0,45	0,21	0,33
<i>B. Szalmatermés, t/ha</i>										
1.	1,64	1,64	0,68	1,75	1,62	1,78	1,00	2,32	1,48	2,18
2.	1,81	1,47	0,75	2,26	1,86	1,98	1,10	6,05	3,69	2,86
3.	2,72	1,68	0,73	2,25	2,88	2,45	0,91	5,28	3,06	3,09
4.	2,35	1,89	1,14	2,60	2,62	2,44	1,07	5,26	3,84	2,96
5.	2,28	1,56	0,99	1,98	2,80	1,92	0,71	3,31	2,13	1,69
6.	2,36	1,28	1,17	1,89	2,29	2,49	0,79	3,23	2,45	3,41
7.	3,58	2,56	1,14	3,89	3,07	5,73	2,61	6,04	3,50	3,31
8.	3,46	3,33	1,90	3,57	3,53	5,08	2,51	6,50	3,75	2,98
9.	3,78	5,34	3,06	3,64	4,63	5,61	2,72	6,72	4,03	3,33
10.	3,92	3,93	2,54	3,86	5,40	5,23	2,74	6,45	3,97	3,29
a)										
SzD _{5%}	0,63	0,71	0,82	0,93	1,21	0,95	0,63	1,08	0,91	0,75

A foszfortrágyázás a kisadagú tavaszi N-trágyázást kivéve szignifikánsan nagyobb szemtermést eredményezett, mint az NK-kezelések.

A következő időszak (1983-1986) szemterméseit a 5. táblázatban mutatjuk be. A trágyázatlan enyhe emelkedést jelez, de nagy évi ingadozással. A PK kezelés valamennyi évben igazolhatóan nagyobb termést adott, mint a kontroll. A nitrogén-trágyázás szignifikáns többleteket biztosított a kontrollhoz viszonyítva. A nitrogéntrágya dózisait összevetve K-trágyázás mellett a kisebb, PK trágyázással a nagyobb adag volt a kedvezőbb. A nitrogéntrágya alkalmazásának

5. táblázat
A műtrágyázás hatása a rozs szem- és szalmatermésére (t/ha)

(1) Kez.	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
A. Szemtermés, t/ha									
1.	1,49	1,56	0,56	0,91	0,66	1,25	1,34	0,67	0,88
2.	2,69	3,79	1,87	1,81	1,69	2,95	2,93	1,50	2,45
3.	2,68	3,98	1,72	1,86	1,85	3,02	2,84	1,50	2,59
4.	2,85	3,79	2,11	2,01	2,02	3,07	2,84	1,78	2,71
5.	2,29	2,05	0,78	1,38	0,85	2,39	2,38	1,29	1,64
6.	2,71	4,26	1,50	1,40	1,01	2,59	2,35	1,14	1,49
7.	3,08	3,44	1,73	1,66	1,89	3,34	3,34	1,79	2,58
8.	3,01	4,15	1,98	2,00	1,99	3,53	3,51	1,97	2,88
9.	3,24	3,61	2,15	1,97	2,02	3,49	3,22	1,87	3,08
10.	3,23	3,63	2,25	2,06	2,03	3,44	3,43	2,27	2,94
a) SzD _{5%}	0,54	0,77	0,44	0,31	0,57	0,59	0,75	0,59	0,65
B. Szalmatermés, t/ha									
1.	3,24	3,32	1,73	2,65	1,38	2,95	3,53	1,69	2,66
2.	5,17	6,27	4,42	4,18	3,62	6,24	6,92	3,08	6,02
3.	5,67	6,97	4,50	4,19	3,87	6,19	6,38	3,45	6,20
4.	6,28	6,78	4,94	4,17	4,13	6,49	6,43	3,84	6,48
5.	5,61	6,29	2,54	3,54	2,08	5,21	5,46	2,90	4,58
6.	5,60	7,35	4,05	3,55	2,29	5,66	5,56	3,09	4,52
7.	6,67	6,90	5,16	3,90	3,85	6,62	7,94	3,63	6,43
8.	6,52	7,71	5,18	4,61	4,18	7,14	8,78	4,24	6,61
9.	6,74	7,02	5,34	4,45	4,08	6,86	7,26	4,07	7,15
10.	6,44	7,73	5,57	4,92	4,31	7,38	8,07	4,75	6,95
a) SzD _{5%}	1,35	1,70	1,28	1,01	1,10	1,14	1,93	1,38	1,58

idejét tekintve a tavaszi kiszórás volt a jobb az évek többségében. A foszfor hatása az NK kezelésekhez viszonyítva az évek nagyobb részében jól látható.

A vizsgált utolsó időszak (1987-1991) szemterméseit a 5. táblázatban adjuk meg. A kontroll szemtermése erős ingadozással 0,66 és 1,34 t/ha határok között változott. Az NP-kezelések mindkét P-szinten szignifikáns terméstöbbleteket biztosítottak a trágyázatlanhoz viszonyítva. A két P-adag hatása között igazolható különbséget kimutatni nem lehetett. Az NK-kezelések csak az évek

felében eredményeztek szignifikáns terméstöbbleteket (a kontrollhoz képest). A K-adagok között bizonyítható különbség nem fordult elő. A két szinten végzett NPK-műtrágyázás az NK-műtrágyázáshoz viszonyítva szignifikánsan növelte a szemtermést, azonban a két P-, vagy a két K-adag hatása között statisztikailag igazolható különbségeket nem lehetett kimutatni.

Szalmatermés

A kísérlet kezdeti éveiben a kontroll termése 1,03 és 1,70 t/ha értékek között változott. A PK-kezelések nem növelték a termést (3. táblázat).

A nitrogén kezelések szignifikánsan növelték a terméseket a kontrollhoz viszonyítva. Az egymagában adott N-trágya két adagja között nem, PK-trágyázás mellett a nagyobb N-adag (1 év kivételével) szignifikánsan nagyobb szalmatermést biztosított. A nitrogén alkalmazási idejét illetően megállapítható, hogy általában a tavaszi kijuttatás nagyobb szalmatermést eredményez, mivel az évek többségében a tavaszi és a megosztott őszi-tavaszi kiszórás bizonyult a legjobbnak.

A következő ciklus (1967-1972) szalmaterméseit az 3. táblázatban adjuk meg. A kontroll termések emelkedtek, valószínűleg a kedvezőbb klimatikus körülmények miatt. A PK- kezelés és a N-es kezelések is az évek többségében szignifikánsan emelték a szalmahozamokat. A nagyobb N-adag PK műtrágyázással két évben szignifikánsan jobbnak bizonyult.

A kiszórás időpontját és mennyiségét illetően nincs lehetőség különbséget tenni. Az évek folyamán más-más kezelés bizonyult kedvezőbbnek. A foszfor-műtrágyázás valamennyi kombinációban az NK-műtrágyázáshoz képest növelte a szalmatermést.

A kezelések az 1973-1982. időszakban nem változtak. A kapott szalmaterméseket a 4. táblázatban mutatjuk be. A trágyázatlan parcellák igen erős évhatást jeleztek, 0,25 valamint 1,11 t/ha között változtak. A PK-kezelés csupán két évben adott szignifikánsan nagyobb szalmatermést a kontrollnál. A nitrogén kezelések PK-trágyázással minden esetben csak K-műtrágyázással váltakozva eredményeztek szignifikáns terméstöbbleteket. K-műtrágyázás mellett a kisebb, PK-műtrágyázással együtt pedig a nagyobb N-adag bizonyult jobbnak, azonos időpontban történő kiszórás esetén.

A foszfor műtrágyázás azonos NK-műtrágyázás mellett általában növelte a szalmaterméseket, az évek nagy részében szignifikánsan.

A szalmatermés 1983 és 1986 között is a trágyázatlanban erős évi ingadozást mutatott. (5. táblázat). A PK-kezelés valamennyi évben szignifikánsan növelte a szalmahozamot a kontrollhoz viszonyítva. A nitrogén kezelések szintén igazolhatóan növelték a szalmaterméseket. A nitrogénadagok között csupán a PK szinten lehetett igazolható különbséget kimutatni a nagyobb adag javára. A nitrogén kiszórási idejét vizsgálva a tavaszi és a megosztott alkalmazás biz-

tosította a nagyobb szalmaterméseket. A foszforműtrágya csak a káliummal trágyázotthoz viszonyítva növelte a szalmaterméseket.

A kezelések átalakítását követő időszak szalmaterméseit a 5. táblázatban mutatjuk be.

A kontroll termése 1,4 és 3,5 t/ha között alakult az évtől függően. Az NP és NPK műtrágyázás igazolhatóan növelte a hozamokat. Az NK-kezelés viszont csak két évben adott nagyobb termést a kontrollhoz képest. A két foszforadag és a két káliumműtrágya adag hatása között szignifikáns különbséget nem találtunk. Az NK-kezeléshez viszonyítva az NPK műtrágyázás egy év kivételével szignifikánsan nagyobb szalmaterméseket eredményezett.

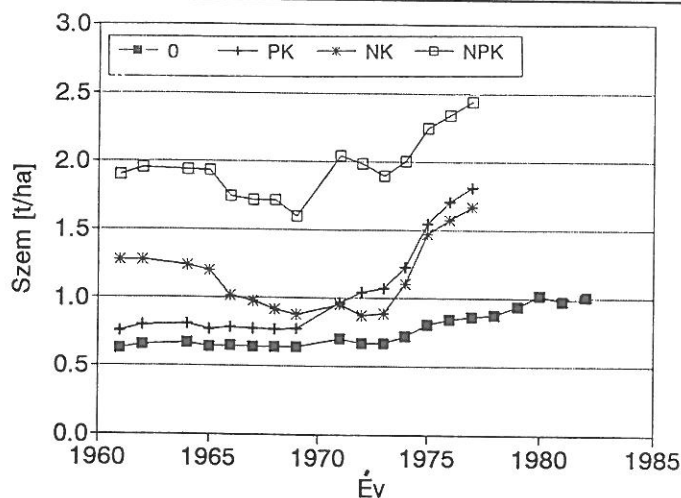
Monokultúra hatás

A három évtizedes kísérlet lehetőséget nyújt a monokultúra hatásának tanulmányozására. Közismert, hogy ez sokat vizsgált és vitatott kérdés. GYÖRFFY (1975) szerint agronómiailag a vetésváltás abban az esetben indokolt, amennyiben a monokultúra következtében a növényi betegségek, kártevők és gyomok elszaporodása következik be. Tartamkísérletben BAUER (1975) lepelhomokon kimutatta, hogy a rozs monokultúrában kapott eredmények nem gyengébbek a vetésforgóban mérthez viszonyítva. Ugyanakkor ANTAL (1975) javasolja a vetésváltás alkalmazását. Véleménye szerint a jó elővetemény mérsékli a negatív évhatásokat és mint KÖNECKE (1969), ő is híve a vetésváltásnak.

A termesztési időtartam hatásának tanulmányozása érdekében tíz-tíz és öt-öt éves átlagokban gyűjtöttük ki a szemtermések alakulását a kiemelt Ø, PK, NK és NPK kezelésekben. Az átlagokat lépcsőzetesen 1-1 év eltolásával (pl. 1961-1970; 1962-1971) számoltuk, hogy az egyes évek túlsúlya ne okozzon torzítást. A kezelések időközben bekövetkezett változtatása miatt a kontrollnál 20, tíz-tíz éves átlaggal, a többi kezelésben csak 15 átlaggal számolhattunk. Hasonlóan képeztük az ötéves átlagokat. A tízéves ciklusokban (1. ábra) valamennyi vizsgált kezelésben növekedést mutathattunk ki. A kontroll és NPK kezelésben mintegy 30, az NK kezelésben 25 és a PK kezelésben 40 % körüli növekedés figyelhető meg 1961 és 1991 között.

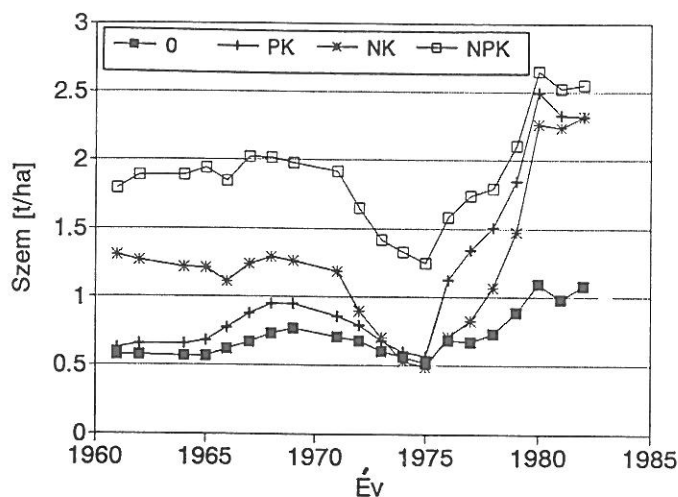
Ötéves ciklusokban vizsgálva a változásokat a különbségek nagyobbak (2. ábra). A növekedés tendenciája itt is jól látható. A növekedés a kezdeti átlaghoz viszonyítva a kontrollnál mintegy 60, az NPK kezelés 25, az NK kezelés 50 %-os és a PK a legnagyobb. Az utolsó ciklusban a kezdeti ötéves átlag háromszorosára nőtt. A növekedési tendencia csupán egy periódusban (1973-1977) tört meg.

A termések emelkedése a pozitív mérleggel, a tápelem-feltárádással és a légköri nitrogén gyarapodással magyarázható.



1. ábra

A rozstermések 10-éves átlagai (Őrbottyán, 1961-1991)



2. ábra

A rozstermések 5-éves átlagai (Őrbottyán, 1961-1991)

A kísérletben az éves terméshozam ingadozása - mely nagyrészt az időjárás függvénye - a műtrágyázott kezelésekben mérséklődött, megerősítve a hazai tapasztalatokat (ANTAL, 1975; KÁDÁR et al., 1984; MÁRTON, 1969).

A monokultúra termés-csökkenő hatása ebben a 30 évben nem jelentkezett ebben a rozs kísérletben. Ezzel ellentétben Halle-ban a 75 év alatt csökkenést regisztráltak (SCHMALLFUSS, 1957).

Gyom- és növényegészségügyi vizsgálatok

A kísérlet harmincadik évében ÚJVÁROSI (1973) módszerével parcellánként megvizsgáltuk a kultúr- és gyomnövény-borítottságot, a fajspektrumot és a fajok számának alakulását. A vizsgálati adatokat a 6. táblázatban gyűjtöttük össze.

6. táblázat
A műtrágyázás hatása a gyomosodás mértékére és összetételére
rozs monokultúrában (1961-1991) (Őrbottyán, 1991)

(1) Keze- lés	(2) Összes fedettség %	(3) Rozs fedettség %	(4) Gyom fedettség %	(5) Gyom fajszám db	(6) Széltippán fedettség %	(7) Szárrozda fertőzöttség %
1.	61,5	55,0	6,5	5,0	3,7	19
2.	94,9	92,6	2,3	1,8	1,9	25
3.	95,9	94,4	1,5	2,2	1,2	19
4.	93,9	92,4	1,5	1,8	1,2	31
5.	83,6	75,2	8,4	3,8	6,3	19
6.	91,0	85,2	5,8	3,0	4,2	25
7.	98,0	97,2	0,8	1,8	0,4	25
8.	98,2	97,8	0,4	1,0	0,3	25
9.	96,8	96,0	0,8	1,6	0,5	27
10.	96,4	95,2	1,2	3,0	0,5	31
a) SzD _{5%}	7,0	10,5	4,8	1,5	4,1	4,9

A parcellák fedettsége a kontroll és NK kezelések kivételével meghaladta a 90 %-ot, az NPK kezelésekben a 98 %-ot is. A fedettségen belül a rozs a kontroll, az NP- és az NK-kezelések kivételével meghaladta a 95 %-os értéket, tehát jó beállítottságú vetésről van szó. A kontroll- és NK-kezelések beállítottsága viszont nem kielégítő.

A gyom-fedettség a trágyázatlan és a P-hiányos kezelésekben szignifikánsan nagyobb, mint az NPK kezelésekben, ahol a rozs állománya nagyon jó volt. A gyomfajok száma a kontroll, valamint NK-műtrágyázás és a nagyobb adagú NPK-kezelésben a legnagyobb. A leginkább elterjedt gyomfajok a következők voltak: *Apera spica-venti*, *Bilderdykia convolvulus*, *Centaurea cyanus*, *Papaver rhoeas*, *Viola arvensis*.

A fajok közül a széltippán csaknem minden parcellán megtalálható. Az általa okozott fedettség a műtrágyázással ugyanúgy változik, mint a teljes gyomfedettség.

A Növényvédelmi Kutató Intézetből Virányi Ferenc közreműködésével 1991-ben bonitálással vizsgáltuk a rozs szárrozsda fertőzöttségét. Az eredményeket a 6. táblázatban adjuk meg.

Megfigyelhető, hogy elsősorban az NP- és NPK-műtrágyázással nőtt a fertőzöttség mértéke. További megfigyelés, hogy ezen belül minden esetben a nagyobb foszforadag növelte a szárrozsda fertőzöttséget.

A fertőzöttség a kísérletben gyenge-közepes mértékűnek volt minősíthető.

Összefoglalás

Karbonátos, gyengén humuszos homoktalajon beállított harmincéves rozs kísérletben vizsgáltuk az N, P és K műtrágyázás hatását a fő- és melléktermésre, a fontosabb talajtulajdonságok változására, a gyomflóra összetételére és mértékére, valamint a rozs szárrozsda fertőzöttségére. Kiemelt kezelésekben tanulmányoztuk a monokultúra hatását a szemtermés alakulására. A kapott eredmények alapján a következő megállapításokat tehetjük:

- A talaj gyenge foszfor és kálium ellátottsága a trágyázás eredményeként a kielégítő K-, ill. a jó P-ellátottsági szintre emelkedett harminc év alatt. A talaj nitrogéntartalma is nőtt.

- A talaj pH-ja a műtrágyázás hatására csökkenő tendenciát mutat, ami azonban statisztikailag nem igazolható.

- A mész-, a humusz-, a mikroelem-tartalom és a leiszapolható rész gyakorlatilag azonos maradt.

- A trágyázatlan parcellák termése kicsi, de nem csökkent.

- A PK-kezelés termésszintje fokozatosan javult és a trágyázatlanhoz viszonyítva szignifikáns terméstöbbletet mutat.

- A nitrogénműtrágya egymagában, valamint K- és PK-műtrágyázással általában szignifikánsan növelte a szem- és szalmaterméseket.

- A nitrogénműtrágya kijuttatásának idejét és mértékét tekintve az évek többségében a megosztott őszi-tavaszi, valamint a tavaszi trágyázás bizonyult a legkedvezőbbnek.

- A foszforműtrágyázás az évek többségében szignifikánsan növelte a szem- és szalmaterméseket az NK kezelésekhez viszonyítva.

- A kiemelt (Ø, PK, NK és NPK) kezelésekben a szemtermések növekedtek (1., 2. ábra) 30 év alatt.

- Az éves termésingadozásokat a műtrágyázás mérsékelte.

- A gyomosodás a műtrágyázás hatására csökkent, elsősorban a P-hiányos kezelésekben nőtt a gyomfedettség és a fajok száma.

- A szárrozsda-fertőzöttség a foszforos kezelésekben, azon belül a nagyobb (120 kg/ha) adag alkalmazásakor emelkedett.

- A harmincéves monokultúrában a szemtermések nem csökkentek, a rozs nagyobb kockázat nélkül monokultúrában termesztendő.

Irodalom

- ANTAL J., 1975. Az elővetemények szerepe a homoki növénytermesztésben a Dél-alföldön. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. 34. 91-93.
- ANTAL J., EGERSEGI S. & PENYIGEI D., 1966. Növénytermesztés homokon. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- BALLA A-NÉ, 1964. Az istállótrágyázás és a műtrágyázás hatásának összehasonlítása a világ ismertebb tartamkísérleteiben. Agrokémia és Talajtan. 13. 385-414.
- BALLANEGGER R. & DI GLÉRIA J., 1962. Talaj- és trágyavizsgálati módszerek. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- BAUER F., 1967. A nitrogén adagolás módjának és idejének vizsgálata Duna-Tisza közli lepelhomok talajon. In: Trágyázási kísérletek 1953-1963. 189-300. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- BAUER F., 1975. A rozs monokultúrák termesztésének lehetőségei. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. 34. 95-96.
- BAUER F., 1976. Növénytermesztés és tápanyaggazdálkodás Duna-Tisza közli homoktalajon. Akadémiai doktori értekezés. Kecskemét.
- CSERNI I., 1983. Lepelhomok talaj P-ellátottsága és P-műtrágyázás hatékonysága kukorica és rozs monokultúrában. Növénytermelés. 32. 329-338.
- EGERSZEGI S., 1975. A homoktalajok termékenysége növelésének főbb szempontjai. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. 34. 757-762.
- GYÓRFFY B., 1975. Vetésforgó-Vetésváltás-Monokultúra. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. 34. 61-90.
- KÁDÁR I., SZEMES I. & LÁSZTITY B., 1984. Az "évhatás" és a tápláltság összefüggése őszi rozs tartamkísérletben. Növénytermelés. 33. 235-241.
- KÖNECKE, G., 1969. Vetésforgók. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- LÁNG G., 1976. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- LÁNG I., 1973. Műtrágyázási tartamkísérletek homoktalajon. Akadémiai doktori értekezés. Budapest.
- MÁRTON Á., 1969. Különböző adagú és arányú nitrogén műtrágyák hatásának vizsgálata nyírségi homoktalajon. Agrokémia és Talajtan. 18. 255-262.
- SCHMALFUSS, K., 1957. Der Feldversuch "Ewiger Roggenbau" in Halle. Die Phosphorsäure. 17. 133-143.
- SEVCSENKO, L. A. & SZIDORENKO, V. B., 1972. Dejsztvie foszfornüh udobrenij na uroszaj ozimoy rzsi pri raznim urovnyem azotnogo pitania. Agrohimiya. 4. 46-50.
- STEFANOVITS P., 1966. Hazánk homoktalajainak jellemzése. In: Növénytermelés homokon. 9-12. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- SVÁB J., 1981. Biometria módszerek a kutatásban. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- SZEMES I., 1986. Műtrágyahatások elemzése meszes homoktalajon. Kandidátusi értekezés. Budapest.
- UJVÁROSI M., 1973. Gyomirtás. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- VÁRALLYAY GY., 1984. Magyarországi homoktalajok vízgazdálkodási problémái. Agrokémia és Talajtan. 33. 159-169.

Érkezett: 1992. október 29.

Analysis of Fertilizer Effects in a Rye Monoculture

¹ B. LÁSZTITY, ² I. SZEMES and ³ L. RADICS

¹Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest; ²Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár; ³Department of Agricultural Production, University of Horticulture, Budapest.

Summary

In a thirty-year rye experiment set up on calcareous, weakly humous soil, studies were made on the effect of N, P and K fertilization on the main and by-product yields, changes in major soil properties, the composition and extent of the weed flora, and the degree of stem rust infection in the rye. In special treatments, the effect of a monoculture was examined on trends in grain yield. The following conclusions can be drawn from the results:

- The poor phosphorus and potassium supplies of the soil were raised to a satisfactory level of K and a good level of P supplies over a thirty-year period as the result of fertilization. The nitrogen content of the soil also increased.
- The pH of the soil showed a tendency to decrease as the result of fertilization, though this decrease was not significant.
- The CaCO₃, humus and microelement contents, and the sedimentable part remained practically the same.
- The yield of unfertilized plots was low, but did not decrease.
- The yield level in the PK treatment gradually improved, showing a significant yield surplus compared to the unfertilized plots.
- In general, nitrogen fertilizer, either alone or in combination with K or PK fertilization, significantly increased grain and straw yields.
- As regards the best time for and extent of nitrogen fertilizer distribution, in the majority of years divided autumn-spring or spring fertilization proved the most favourable.
- In most years, phosphorus fertilization significantly increased grain and straw yields compared to NK treatments.
- In the special (Ø, PK, NK and NPK) treatments, grain yields increased (Figs. 1, 2) over 30 years.
- Annual fluctuations in yields were moderated by fertilization.
- The extent of weed cover decreased as the result of fertilization; it was mostly in P-deficient treatments that an increase in weed cover and in the number of species was observed.
- Infection with stem rust increased in treatments including phosphorus, particularly when the higher (120 kg/ha) rate was applied.
- In the thirty-year monoculture there was no reduction in grain yields, so rye can be grown in a monoculture without any great risk.

Table 1. Fertilizer active agent rates applied in the treatments. (1) Treatment. (2) In years 1-6. (3) Autumn. (4) Spring. (5) In years 7-25. (6) In years 26-30. (7) Applied over 30 years, kg/ha.

Table 2. Effect of cumulative NPK fertilization on certain soil properties in a long-term experiment (Órbottyán, 1961-1991). Sampling: autumn 1991. (1) Treatment. a) $LSD_{5\%}$; b) Mean. (2) Sedimentable part, < 0.02 mm %. (3) Humus %. (4) AL-soluble, mg/100 g. (5) EDTA-soluble, mg/kg. (6) KCl-soluble Mg, mg/kg. NS = non-significant according to the F value.

Table 3. Effect of fertilization on the grain and straw yields of rye (t/ha) (data of LÁNG (1973). (1) Treatment. a) $LSD_{5\%}$. A. Grain yield, t/ha. B. Straw yield, t/ha.

Table 4. Effect of fertilization on the grain and straw yields of rye (t/ha) according to SZEMES (1986). For (1) and A-B: See Table 3.

Table 5. Effect of fertilization on the grain and straw yields of rye (t/ha). For (1) and A-B: See Table 3.

Table 6. Effect of fertilization on the extent and composition of the weed cover in a rye monoculture (1961-1991). (Órbottyán, 1991). (1) Treatment. a) $LSD_{5\%}$. (2) Total plant cover, %. (3) Rye cover, %. (4) Weed cover, %. (5) No. of weed species. (6) Apera cover, %. (7) Stem rust infection, %.

Fig. 1. Ten-year rye yield averages (Órbottyán, 1961-1991).

Fig. 2. Five-year rye yield averages (Órbottyán, 1961-1991).